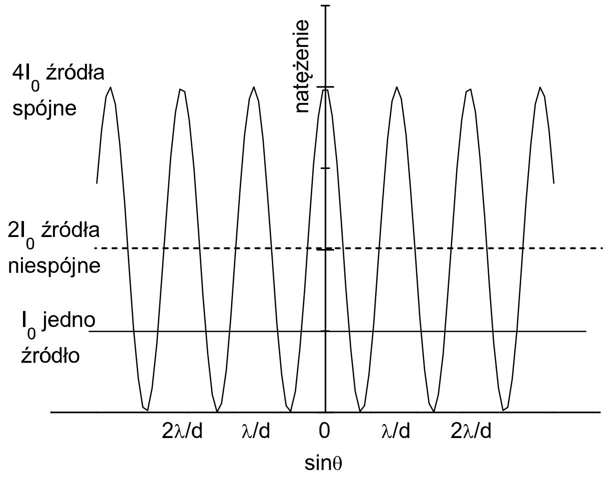
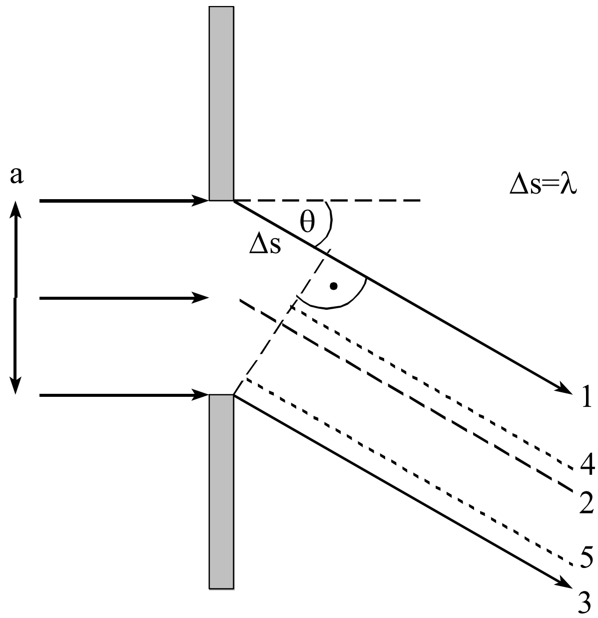


Natężenie światła ugiętego na dwóch szczelinach. Pokazano także, jakie natężenie pochodziłoby od jednego źródła i dwóch niespójnych źródeł światła (rysunek zaczerpnięty z notatek do Wykładów z Fizyki, Z. Kąkol, IFIS, AGH)

<u>Dyfrakcja światła na pojedynczej szczelinie</u>

Od tej pory będziemy rozważać dla prostoty wyłącznie dyfrakcję Fraunhofera (dokładnie równoległe promienie wychodzące ze szczelin).
Przy przejściu światła przez jedną szczelinę o skończonej szerokości widzimy wyraźnie współwystępowanie zjawiska dyfrakcji i interferencji.



Warunek powstania minimum wiązki ugiętej na pojedynczej szczelinie: Δs musi być parzystą wielokrotnością połowy długości fali (np. Δs=λ). Promienie z dwóch części wiązki wzajemnie się znoszą.

Przypomnijmy, że zgodnie z zasadą Huygensa, dowolny punkt szczeliny, do którego dochodzi fala, staje się źródłem nowej fali. Natężenie wiązki ugiętej będzie zależało od wyniku interferencji fal powstających w kolejnych punktach szczeliny. Rozważmy wiązkę ugiętą pod kątem θ (patrz powyższy rysunek); różnica dróg przebytych przez promienie (1 i 3) wychodzące z obu krańców szczeliny wynosi:

$$\Delta s = a \sin\theta$$

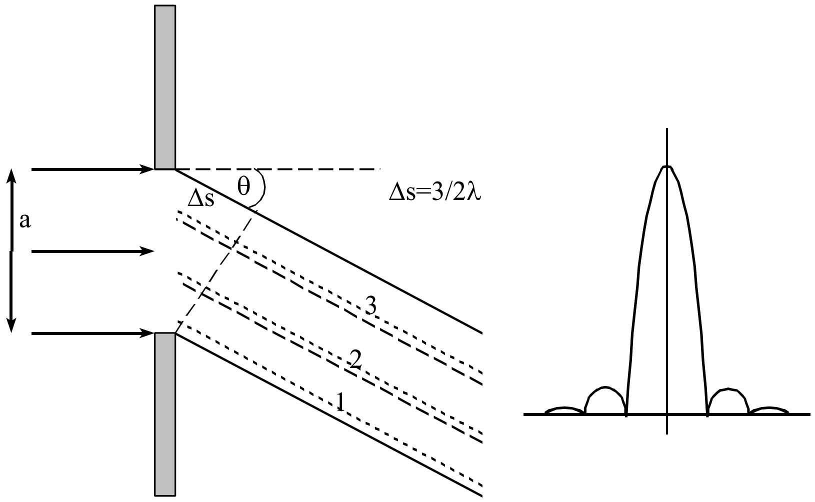
Podzielmy wiązkę na dwie równe części (linią podziału jest promień 2). Różnica faz między falami przedstawionymi przez promienie 1 i 3 wynosi zatem 2π (te dwie fale są „w fazie”). Natomiast różnica faz między promieniami 2 i 3 wynosi π, a zatem te dwa promienie się zniosą. Podobnie będzie dla każdej innej pary promieni (np. 4 i 5), uzyskanych przez „przesunięcie” promieni 2 i 3. W ten sposób dochodzimy do wniosku, że obie połówki wiązki dokładnie się zniosą. Taki sam wynik dostaniemy dla sytuacji gdy Δs=2λ (wtedy wiązkę podzielimy w myślach na cztery równe części i one również parami się zniosą). Ogólnie, prążki ciemne (minima) przy ugięciu wiązki na pojedynczej szczelinie otrzymujemy gdy:

$$\Delta s = n\lambda$$

A zatem warunek uzyskania minimum:

$$\boxed{a \sin\theta = n\lambda} \qquad (25)$$

A kiedy dostaniemy maksima, czyli prążki jasne ? Wystąpi to, np., dla $\Delta s = \frac{3}{2}\lambda$ - patrz poniższy rysunek.



<u>po lewej</u>) warunek powstania maksimum wiązki ugiętej na pojedynczej szczelinie: Δs musi być nieparzystą wielokrotnością połowy długości fali (np. $\Delta s = \frac{3}{2}\lambda$*). Odpowiadające sobie promienie z dwóch części wiązki wzajemnie się zniosą, trzecia zaś część „przeżyje” i wytworzy odpowiednie natężenie wiązki ugiętej.*
<u>po prawej</u>) schematyczny rozkład natężenia światła ugiętego na pojedynczej szczelinie.

Rozumowanie przedstawione na tym rysunku można uogólnić:
Maksima (czyli prążki jasne) w wiązce ugiętej na pojedynczej szczelinie wystąpią, jeśli:

$$\Delta s = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$$

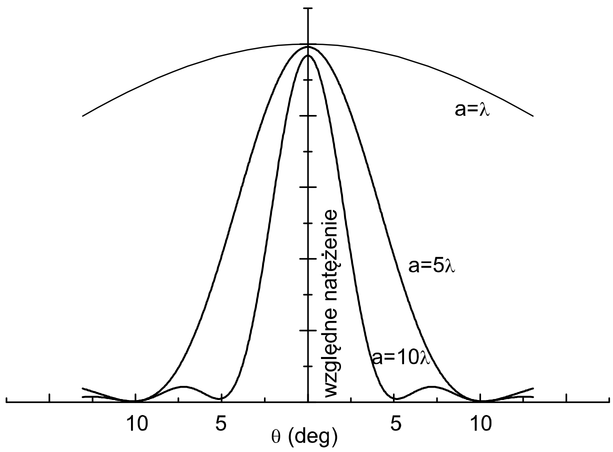
A zatem warunek powstania maksimów:

$$\boxed{a\sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}} \qquad (26)$$

W Dodatku D2 zamieszczonym na końcu tego rozdziału wyprowadzono wyrażenie ilościowe na rozkład natężenia wiązki ugiętej na jednej szczelinie; wynosi ono:

$$\boxed{I_\theta = I_m\left(\frac{\sin\alpha}{\alpha}\right)^2} \qquad (27)$$

gdzie: $\alpha = \frac{\pi a}{\lambda}\sin\theta$. Wykres natężenia ugiętego światła w funkcji kąta θ pokazano poniżej.



Natężenie światła ugiętego na pojedynczej szczelinie w funkcji kąta θ. Pokazano przypadki dla trzech szerokości szczeliny: a=λ, a=5λ oraz a=10λ.
(rysunek zaczerpnięty z notatek do Wykładów z Fizyki, Z. Kąkol, IFIS, AGH).

Zauważmy, że maksimum natężenia od ugięcia na pojedynczej szczelinie rozszerza się jeśli zwężamy szczelinę (dla nieskończenie wąskiej szczeliny dostaniemy stałe natężenie na całym ekranie).

Rozważmy teraz ugięcie na dwóch szczelinach o skończonej szerokości. Widzimy tu „iloczyn” efektów dyfrakcji na pojedynczej szczelinie i interferencji na dwóch szczelinach. Poniżej pokazano rozkład natężenia uzyskanego przy ugięciu światła na dwóch szczelinach dla trzech różnych wartości szerokości pojedynczej szczeliny (a=λ, 5 λ i 10 λ).